

PAT-NO: JP409091646A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09091646 A  
TITLE: MAGNETIC HEAD SLIDER  
PUBN-DATE: April 4, 1997

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
SATO, TOSHIHARU

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
CITIZEN WATCH CO LTDN/A

APPL-NO: JP07241363  
APPL-DATE: September 20, 1995

INT-CL (IPC): G11B005/60 , G11B021/21

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce fluctuation in contact force by making a magnetic head slider an ABS shape and forming a pad group for causing positive pressure on an area from an air inflow end to a half or above of the length of the magnetic head slider.

SOLUTION: A pair of first pads 21 are formed along the longitudinal direction axis of the magnetic head slider from the air inflow end side, and the width of the pad is changed on the way. The width of the outflow end side is narrowed to a nearly half extent from a place of a nearly 1/4 extent of the whole length from the inflow end of the pad 21. The matter heightens pressure rise in the inflow end, and takes effect enlarging a pitch angle. A pair of second pads 25 are formed so as to part gradually from the first pads from the vicinity of the step parts of the first pads 21 facing to the air outflow end, and since they are arranged at an angle for the longitudinal direction of the magnetic head slider, a pressure distribution state when a skew angle is applied is changed largely from the first pads. Then, the magnetic head slider is prevented from being vibrated largely due to the vibration and the impact from the outside, and the fluctuation in the contact force is reduced.

COPYRIGHT: (C)1997, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-91646

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/60			G 1 1 B 5/60	Z
21/21	1 0 1		21/21	1 0 1 P

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-241363

(22) 出願日 平成7年(1995)9月20日

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 佐藤 利晴

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

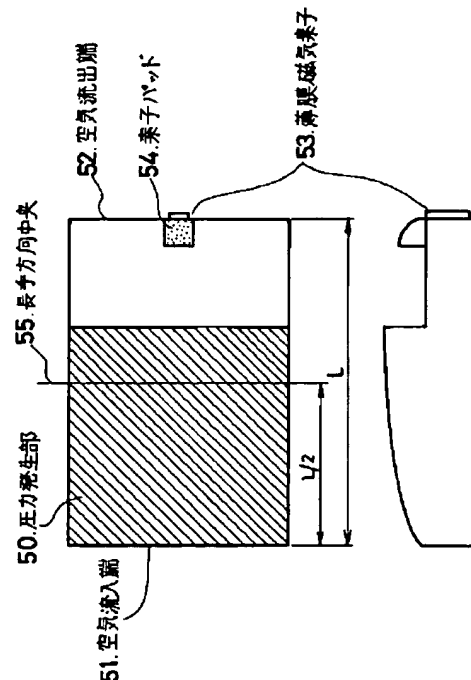
チズン時計株式会社技術研究所内

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドスライダ

(57) 【要約】

【課題】 薄膜磁気素子が形成してあるパッドを磁気ディスクに接触させ、しかもその接触力を小さく、かつ安定に保持することのできる磁気ヘッドスライダの構造を提供すること。

【解決手段】 薄膜磁気素子は磁気ヘッドスライダの空気流出端中央に形成したパッドに配置し、このパッドは揚力がほとんど発生しない程度の大きさとした。磁気ヘッドスライダの空気流入端寄りに正圧を発生させるための複数のパッドを形成し、また負圧が発生するような形状とした。これらの複数のパッドと薄膜磁気素子を有するパッドは磁気ヘッドスライダの長手方向に対してある程度の距離隔てるように配置した。そして、磁気ヘッドスライダの磁気ディスクに対向する面全体をクラウン形状とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 正圧を発生させるための所定の形状を有する複数のパッドと負圧を発生させるための溝であるリセス部とからなる圧力発生部と、該圧力発生部に空気を導入するために長手方向の一端に設けられた空気流入端と、空気を流出させるために長手方向の他端に設けられた空気流出端と、該空気流出端に設けられた磁気ディスクに情報を記録再生するための薄膜磁気素子と、該空気流出端に設けられた薄膜磁気素子を突設するための素子パッドとを有する磁気ヘッドスライダであって、前記正圧を発生させるための複数のパッドは磁気ヘッドスライダの長手方向中央に対して前後に存在し、かつ前記複数のパッドのうち少なくとも一つはスライダ長手方向中央線を横切るように配置し、かつ前記複数のパッドと素子パッドとは磁気ヘッドスライダの長手方向に対して距離を隔てていることを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項2】 前記圧力発生部のパッドは長手方向に対して所定の長さを有し、かつ短手方向の両端に設けられた一対の第1のパッドと、該第1のパッドのスライダ短手方向に対して内側に一端が近接し、かつ該第1のパッドに対して空気流出端に向かって徐々に離れていくように配置されたほぼ矩形状の形状を有し、かつ短手方向の両端に設けられた一対の第2のパッドと、該第1のパッドおよび該第2のパッドの長手方向の形状は所定の曲率を有するようなクラウン形状を有していることを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項3】 前記第1のパッドは、その幅が空気流入端側が空気流出端側よりも広くなっていることを特徴とする請求項2に記載の負圧型磁気ヘッドスライダ。

【請求項4】 前記第1のパッドは、磁気ヘッドスライダの長手方向寸法に対して少なくとも $L/2$ 以上の領域まで形成されていることを特徴とする請求項2に記載の負圧型磁気ヘッドスライダ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、磁気ディスク装置における磁気ヘッドスライダに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の磁気ディスク装置において、情報の読み書きは磁気ディスクを回転させながら磁気ヘッドスライダを動かすことにより、磁気ヘッドスライダを磁気ディスク上の任意の位置へ移動させて行っている。磁気ヘッドスライダはロードビームと称するバネ構造体の一端に取り付けられており、ある一定荷重で磁気ディスク側に押し付けられている。このロードビームの他端はロータリ型またはリニア型のアクチュエータに取り付けられており、従って、磁気ヘッドスライダはアクチュエータを動かすことによって、連動して移動することになる。磁気ヘッドスライダの位置は、予め磁気ディスクに記録されているサーボ情報によって知ることができ、位

置決めはサーボ情報をもとにアクチュエータをコントロールすることにより実現される。

【0003】磁気ヘッドスライダは磁気ディスクとある隙間を常に保ちながら移動および情報の読み書きをするようになっている。このように磁気ヘッドスライダが磁気ディスクとある隙間量を保っている状態を浮上状態と呼ぶ。浮上状態での素子部における磁気ヘッドと磁気ディスクの隙間量は、磁気ヘッドの電磁変換効率に大きく影響する。高容量化および高密度化を達成するためには、できる限りこの隙間量を小さくすることが望ましい。1995年の現在では浮上量は50 (nm) ~ 100 (nm) が主流であるが、1997年には30 (nm) ~ 50 (nm) 程度が、さらに2000年には10 (nm) 以下のほぼ接触に近い状態での記録、いわゆる接触記録方式が必要とされている。隙間量が小さくなった場合には、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの接触する頻度は増大し、磨耗破損などのように磁気ディスク装置における信頼性は低下する。また、接触記録方式においては摩擦による素子の磨耗を十分に小さくする必要がある。

【0004】以降、従来の技術について浮上方式の磁気ヘッドスライダと接触記録方式の磁気ヘッドスライダについて説明する。

【0005】浮上方式の磁気ヘッドスライダについて、その浮上のメカニズムについて説明する。磁気ディスクの回転によって、磁気ディスクと磁気ヘッドスライダ間には空気が流入し、圧力いわゆる動圧が発生することになる。この動圧によって磁気ヘッドスライダには磁気ディスクから離そうという力、いわゆる揚力が作用することになる。この揚力は磁気ディスクと磁気ヘッドスライダ間の隙間形状やディスクの回転速度、空気の粘性、周囲の気圧等によって変化する。一方、磁気ヘッドスライダはロードビームにより、ディスクに向かって所定の荷重で押し付けられている。磁気ヘッドスライダは磁気ディスク回転によって生じる揚力とロードビームによる押し付け力とが釣り合う位置で浮上することになる。

【0006】磁気ヘッドスライダと磁気ディスクとの隙間形状はそこに発生する動圧の大きさや圧力分布形状に大きく影響する。通常、磁気ヘッドスライダの磁気ディスクへ対向している面には凹凸加工を施し、所要の揚力や圧力分布状態を得るようにしている。この磁気ヘッドスライダのディスクに対向する面を一般にAir-Bearing Surface (以降ABSと略記する)と呼び、この凹凸形状をABS形状と呼んでいる。磁気ヘッドスライダの設計では、磁気ヘッドスライダが使用される磁気ディスク装置でのディスク回転速度や半径位置などの使用条件に対して所要の浮上特性を得るようにABS形状やロードビームの押し付け力を決定していくことになる。

【0007】図6は磁気ヘッドスライダのABS形状について従来例を示したものである。図に示すように、A

B S形状としてはスライダの長手方向に沿って形成された矩形型の2本のレール111およびレール112がスライダの左右に配置されており、それぞれのレールの空気流入側にはテーパ111a、112aが形成されている。テーパはスライダレール面に、より多くの空気を流入させる働きをする。一方、素子113はレールの空気流出端に配置される。通常の磁気ヘッドスライダでは、浮上時における磁気ディスクと磁気ヘッドスライダの間隙量として、素子部の間隙量が最も小さくなるようにスライダ形状を設計している。このため、浮上状態では素子部が磁気ディスクに最も近接していることになる。磁気ヘッドスライダの長軸と磁気ディスクのなす角度はピッチ角と呼ばれ、主としてABS面に生ずる圧力分布形状によって決定される。

【0008】このように、2本の矩形レールと斜面によって形成された磁気ヘッドスライダ形状を2レールテーパフラット型または単にテーパフラット型と呼んでいる。このようなABS形状は機械研削加工によって成形することができるためこれまでの主流として用いられてきた。2レールテーパフラット型の磁気ヘッドスライダの磁気ディスクの回転速度と素子部の浮上量およびピッチ角との関係について、図7に一例を挙げる。この図に示したように、磁気ディスクの回転上昇に伴い浮上量は増加し、またピッチ角も増加する。

【0009】テーパフラット型磁気ヘッドスライダでは、磁気ディスクの回転上昇に伴って浮上量が増加するため、ディスク全面に渡って低浮上を実現することは難しい。たとえば、磁気ディスクドライブにおける最内周において、磁気ヘッドスライダ素子部と磁気ディスクとの間隙量を20 (nm) となるように設計しても、外周へ行くに従って磁気ディスクの接線方向速度は増加するので、間隙量は増加することになる。

【0010】ロータリ型のアクチュエータを採用した磁気ディスク装置では、外周へ行くに従ってスライダの長軸と磁気ディスクの回転方向のなす角、すなわちスキュー角が増加する。このスキュー角が増加することによって揚力は低下する。磁気ディスクの接線方向速度の増加による揚力の増加と、スキュー角の増加による揚力の低下を相互に利用して浮上量の変化を抑える方法も提案されているが、その方法で補正できる量には限度があり、やはりディスク全面に渡って低浮上を実現することは難しい。

【0011】次に、接触記録方式の磁気ヘッドスライダについて説明する。図8は、米国センスター社が開発したMicro Flex-headと呼ばれるものである。この磁気ヘッドスライダでは浮上方式で述べたところのロードビームやスライダの区別はなく、両者の機能が一体となった構造となっている。具体的には弾性体の上に素子が形成されており、素子部先端は弾性体先端に形成された素子パッドに保持されている。磁気ディスクへの記録/再生

に際しては、弾性体を弾性変形させ、任意の押し付け力で素子パッドを磁気ディスクに接触させて使用する。

【0012】素子パッドの大きさは幅38 ( $\mu\text{m}$ ) と小さくし、磁気ディスクの回転で発生する揚力で浮上することがないようにしている。このように従来の接触方式の磁気ヘッドスライダでは、流体力の影響を受けないように設計されている。

【0013】一方、磁気ディスクには吸着を防ぐために微小突起が設けられている。このため、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクは最も近づいた状態で、わずかなすきまを有していることになる。このような、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクとが接触するときのすきま量をグライドハイトと呼んでいる。

【0014】接触記録方式では、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクがつねに擦れあうため、磨耗が大きな問題となる。磨耗によって素子損傷による記録効率の低下や、潤滑剤の消耗さらには磁性膜の損傷などの傷害が生ずるため、それを回避するための工夫が施されている。

【0015】接触面の硬さ、接触荷重および接触距離と磨耗量の関係はArchardの法則として知られている。これによると、磨耗量を小さくするには、接触力を小さくし、高硬度の材料を用い、摩擦係数の小さい材料を使用すればよい。Micro Flex-headでは、押し付け荷重を40 (mg) と軽くすることによって接触力を小さくし、磨耗量を抑えている。ただし、押し付け荷重を小さくしただけでは、磁気ディスクの面振れや外部からの振動によって磁気ヘッドスライダが励振された時に素子パッドが磁気ディスクから離れてしまうことになる。このため、Micro Flex-headでは浮上方式でいうところのロードビームとスライダとを一体構造とした、新構造とすることによって動質量を300 ( $\mu\text{g}$ ) と軽量化し、接触状態が保持されるように工夫している。

【0016】しかし、このような新構造の磁気ヘッドスライダは従来の薄膜磁気ヘッドの製造プロセスと大きく異なり製造が複雑で難しいこと、軽荷重をかけるために、組立公差が非常に厳しいことなどの課題を有している。また、このように磁気ヘッドスライダの構造を工夫して軽量化するにも限度があり、充分な軽荷重化ができず、磨耗量を許容限度以下に収めることができていない。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】従来の浮上方式の磁気ヘッドスライダでは、ディスク全面に渡って低浮上量を実現することは難しかった。一方、接触記録方式の磁気ヘッドスライダでは、接触磨耗を抑えるため軽量化、軽荷重化によって対応しているが、製造が難しいこと、軽荷重化に限度のあることなどの課題を有していた。

【0018】従来の磁気ヘッドスライダにおける上記課題を解決するため、本発明の目的は、磁気ヘッドスライダの構造を従来の薄膜ヘッドの構造と大きく変えること

なく、素子部のみを磁気ディスクに接触させ、かつ従来のようなロードビームを使用し、その押し付け力を小さくすることなく接触荷重を小さくすることのできる、磁気ヘッドスライダを提供するところにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は流体力を利用して磁気ヘッドスライダ流入端側を浮上させながら、素子を保持した素子パッドのみをつねに磁気ディスクに接触させるようにした。このため、磁気ヘッドスライダの磁気ディスク対向面形状として、正圧および負圧を発生させるようなABS形状とし、かつABS面全体をクラウン形状とした。また、磁気素子は磁気ヘッドスライダの空気流出端のほぼ中央に形成した素子パッドの空気流出端面に配置した。この素子パッドは、ほとんど正圧を発生させない程度の大きさである。磁気ヘッドスライダを浮上させるための前記ABSとして、磁気ヘッドスライダの空気流入端より、少なくとも磁気ヘッドスライダの長手方向中央に対して前後に、正圧を発生させるためのパッド群を形成した。また、パッド群のなかの少なくとも一つは磁気ヘッドスライダの長手方向中央線を横切るように配置した。さらには、このパッド群と磁気素子を配置している素子パッドとは、磁気ヘッドスライダの長さ方向に対して、少なくとも重なることがないよう、ある距離を隔てるように配置した。

【0020】磁気ヘッドスライダのABS形状として、少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までパッドを形成しており、かつ磁気ヘッドスライダの長手方向中央にパッドが存在する。このため、磁気ディスクの回転によって磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの隙間には動圧が発生し、揚力が作用することになる。ただし、隙間に発生する動圧としては、正圧のほかに負圧も発生するため、磁気ディスクの回転の増減による総揚力の変化は少ない。ロードビームの押し付け力に対抗する揚力のほとんどは、少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までに形成されたパッド群によって生成されるため、接触力はロードビームの押し付け荷重に比べて極わずかなとなる。このため、ロードビームの押し付け力を小さくしなくても接触力を小さくすることができる。また、揚力を発生させるパッド群の浮上隙間は分子平均自由行程よりも十分に大きな量であるために、空気の希薄化の影響を受けずに安定した揚力を得ることができる。一方、素子が配置されている空気流出端の磁気ヘッドスライダの、ほぼ中心に形成された素子パッドには動圧がほとんど発生しない。このため、磁気ヘッドスライダ前側のパッド群で安定した揚力を得ながらも、素子部を磁気ディスクに対して接触させることができる。また、素子が配置されているパッドの大きさとして、発生する動圧が僅かとなるよう面積を小さくしても、CSS時およびディ

スクの回転速度の低速時のように揚力が小さく接触力が大きな時には、クラウン形状により磁気ヘッドスライダの長さ方向のおおむね中央部が磁気ディスクに接するため、素子パッドの磨耗による素子損傷の心配はない。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明による実施例を図面を基に説明する。図2は本発明による磁気ヘッドスライダを示したものである。空気流入端側から磁気ヘッドスライダの長手方向軸に沿って一対の第1のパッド21が形成されている。第1のパッドは、その幅が途中から変化している。パッドの流入端からパッド全長のほぼ4分の1程度のところから、流出端側の幅がほぼ半分程度に狭くなっており、流入端側の幅が広い。これは流入端での圧力上昇を高めることになり、ピッチ角を大きくする効果がある。

【0022】第1のパッドの段差部付近から、空気流出端に向かって、しだいに第1のレールから離れるように、一対の第2のレール25が形成されている。このように、磁気ヘッドスライダの長手方向に対して角度をもって配置されているため、スキュー角がついた場合の圧力分布状態が、第1のレールとは大きく異なってくる。図6に示したような、2レールテーパフラット型の磁気ヘッドスライダでは、スキュー角がついた場合に揚力の力点がスライダ短手方向に大きく移動し、ロール角が大きく生ずることになる。しかし、本発明のように流出端に向かって一対の第2のレールが互いに近づくように配置してある場合には、スキュー角がついた場合の揚力の力点はそれほどずれることがなく、ロール角も小さく抑えることができる。

【0023】また、第1のパッドと第2のパッドによって挟まれたリセス部の形状は、流出端に向かってしだいに広くなっていくため、この領域には負圧が発生することになる。このため、磁気ディスクの回転速度が増加しても揚力はそれほど変化しない。

【0024】磁気ヘッドスライダの空気流出端の磁気ヘッドスライダ長手方向軸に沿って素子パッド29が配置されている。素子パッドはほぼ矩形をしている。このパッドは、磁気ディスクの回転により発生する動圧が、ほとんど生じない程度の大きさである。薄膜磁気素子28（以降、素子と略記する）は素子パッドの流出端に形成されている。

【0025】磁気素子が形成されている素子パッドと第1、第2のパッドとは、磁気ヘッドスライダの長手方向に対し、ある距離を隔てている。このために、素子パッドが磁気ディスクに接触しても、他のパッドは磁気ディスクと空気の希薄化の影響を受けない、十分な隙間量を設けることができるため、安定した揚力を得ることができる。

【0026】本発明による磁気ヘッドスライダの側面図を図3に示す。本発明による磁気ヘッドスライダは、図

3に示したようにABS全体が磁気ディスクに向かって凸型に膨らんだ形状をしている。すなわちクラウン形状となっている。本発明では、磁気ヘッドスライダの長さに対して少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までパッドを形成しているために、クラウン量21は従来の磁気ヘッドスライダのように全長に渡ってレールが形成されている場合と同等のクラウン量を得ることができる。このような磁気ヘッドスライダに対し、ピボットの位置をたとえば磁気ヘッドスライダの中央とすることによって、磁気ディスクの非回転時および低速回転時にはスライダ長手方向のおおむね中央部が磁気ディスクと接触することになり、素子パッドは磁気ディスクから離れた状態となる。

【0027】磁気ディスクが非回転時や低速回転時のように磁気ヘッドスライダに作用する揚力が小さいときには、接触力も大きくなってしまふ。上述したように、クラウン形状としておくことにより、このような時には素子パッドは磁気ディスクから離れているため、素子の磨耗損傷を防ぐことができる。クラウンの形状については特に限定しないが、円弧または放物線形状が望ましい。

【0028】上述したABSの加工には、例えばイオンミリング法を用いる。パッドを形成する領域にはドライフィルムレジストを紫外線照射によって硬化させ、非照射部は現像液を用いてドライフィルムレジストを取り除いておき、ここにイオンビームを照射することによってパッド以外の部分を削っていく方法である。

【0029】イオンミリング法によって、図2に示したABSを形成するには以下のような手順によって加工していく。磁気ヘッドスライダのABSを形成する面全体にドライフィルムレジストを塗布する。パッドが形成される部分のみに紫外線を当てることができるように作成したマスクを使用して、磁気ヘッドスライダ上に塗布したドライフィルムレジストに紫外線を照射する。次に、1%濃度の炭酸ナトリウム溶液を用いて現像する。こうすると、紫外線が照射した部分にはレジスト膜がのこり、他の部分はレジストが取り除かれる。この状態で、イオンミリングを行う。イオンミリングによってリセスが所定の深さとなるように加工する。その後、希薄なアルカリ溶液でレジスト膜を排除する。このようにして、ABSを形成することができる。

【0030】クラウンの加工は特開平5-20826にあるように、たとえば次のようにして行うことができる。磁気ヘッドスライダの背面、すなわちABSを形成していない側を、ABS面に比べて粗さが大きくなるように粗面加工を施す。このようにすると、磁気ヘッドスライダの背面には残留応力が生じ磁気ヘッドスライダは反った状態となる。反りが生じる方向は粗面加工を施す位置、形状によってコントロールすることができる。このようにして磁気ヘッドスライダにクラウンを形成することができる。

【0031】本発明による磁気ヘッドスライダではクラウン形状とし、かつ磁気ヘッドスライダの長さに対して少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までパッドを形成しているために、磁気ディスクの非回転時および低速回転時に素子部を磁気ディスクから離しておくことができる。

【0032】発明した磁気ヘッドスライダの動作について説明する。図4は発明した磁気ヘッドスライダ41とそれを保持し、かつ磁気ディスクに向かって所定の荷重で押し付けておくための磁気ヘッドスライダ支持体43と、磁気ディスク45との関係を示したものである。磁気ヘッド支持体は通常ステンレス鋼の薄板材料を用いた弾性構造体である。磁気ヘッド支持体に磁気ヘッドスライダを接着した状態で、磁気ヘッド支持体をある程度弾性変形させた状態で、磁気ヘッドスライダは磁気ディスクに押し付けられている。磁気ヘッド支持体の磁気ヘッドスライダが接着される部分は、磁気ヘッドスライダが柔軟に回転できるように構造となっている。この機構を模式的に表現すると図に示したようなピボット47で表すことができる。磁気ヘッドスライダはこのピボット回りに回転することができる。

【0033】磁気ディスクが回転することによって、磁気ヘッドスライダのABSには圧力が発生する。本発明による磁気ヘッドスライダでは、前述したように磁気ヘッドスライダの空気流入端寄りに形成したパッドの部分でロードビームの押し付け力に対向するためのほとんどの揚力を得るために、磁気ディスクとの接触力は極僅かとなる。また、磁気ヘッドスライダの浮上姿勢は流入端寄りに形成されたパッドに生ずる圧力分布状態でほぼ決定される。

【0034】磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの隙間に発生する圧力および圧力分布状態は、磁気ディスクの回転速度によって変化する。このため、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクとの隙間形状も変化するようになる。本発明による磁気ヘッドスライダでは、磁気ディスクの回転速度の変化に対するピッチ角の変化量が従来のものに比べて大きく、揚力がそれほど変化しないため、磁気ディスクの回転速度が上昇するにつれて、素子パッドは磁気ディスクにより近づくような挙動を示すことになる。

【0035】本発明による磁気ヘッドスライダはABS面全体がクラウン形状をしているため、ピッチ角が小さい場合には、素子パッドよりもスライダの中央部の方が磁気ディスクに近接していることになる。すなわち、磁気ディスクが非回転時および低速時のときには、磁気ヘッドスライダの第1のパッド、または第2のパッドが磁気ディスクと接触することになる。一方、磁気ディスクの回転速度が高速になった場合には、素子パッドが磁気ディスクに接触することになる。この状態では、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの隙間にはAir-bearingが

形成されており、外部からの振動、衝撃等による荷重変動に対してはAir-bearingが作用し、素子パッドにかかる接触力が大きく変動することはない。

【0036】外形寸法1.2(mm)×1.0(mm)×0.3(mm)の、図2に示したABS形状の磁気ヘッドスライダに対し、磁気ディスクおよび磁気ヘッドスライダ間の隙間流れに対する潤滑方程式を適用して浮上特性を解いた結果を図5に示す。このときのABS形状は以下のとおりである。第1のパッド長さは0.85(mm)で、流入端側から0.2(mm)のところから流入端側の幅は0.16(mm)、流出端側の幅が0.08(mm)となっている。第2のパッドは幅0.08(mm)、長さ0.47(mm)で、素子パッドに向かって配置されている。第1および第2のパッドで構成される領域Cは空気流入端から0.95(mm)までとなっており、これは磁気ヘッドスライダの全長Lの83%の領域まで形成されていることになる。素子パッドは長さ0.1(mm)、幅0.1(mm)の矩形形状をしている。また、第1のパッドと素子パッドとの磁気ヘッドスライダの長手方向の間隔は0.2(mm)となっている。このため、素子パッドと、第1のパッドの最流出端部との浮上量の差はピッチ角100( $\mu$ rad)あたり20(nm)となり、正圧を発生させるパッド部は空気の希薄化の影響を受けない十分な浮上量を保つことができる。リセスの深さは5000(nm)である。クラウン量は26(nm)である。ロードビームの押しつけ荷重は4.9(mN)であり、これは従来の浮上方式のものと同程度の大きさである。また、グライドハイトを16(nm)とした。すなわち、磁気ヘッドスライダが磁気ディスクに接触した状態で、両者は16(nm)のす

きを隔てていることになる。

【0037】図5から、磁気ヘッドスライダは磁気ディスクの回転速度4(m/s)以上になると素子パッドが磁気ディスクと接触するようになり、そのときの接触力は0.18~0.6(mN)となっていることがわかる。これは、ロードビームによる押し付け荷重の4%~12%程度に当たり、接触力を小さくできていることがわかる。一方、磁気ヘッドスライダにはロードビームの押し付け力4.9(mN)が加わっているために、外部からの振動や衝撃に対して磁気ヘッドスライダが大きく振動し、また接触力が大きく変化することはない。たとえば、磁気ヘッドスライダに加わる体積力が2(mN)変化しても、接触力の変化は0.04(mN)程度と非常に小さいことが、シミュレーション結果として得られている。

【0038】素子パッドの大きさが大きくなるとそこに発生する揚力は大きくなり、素子パッドを磁気ディスクに接触させることが困難になる。このため、本発明における磁気ヘッドスライダの素子パッドの大きさは、そこに発生する揚力が空気流入端のパッドに発生する揚力に

比べて無視できる程度に小さくする必要がある。これより、できれば100( $\mu$ m)×100( $\mu$ m)の大きさ以下にすることが望ましい。また、素子パッドの形状としては製造工程やCSS時におけるチッピングを防止するために、偏平率のおおきな形ではなく、正方形に近い形状が望ましい。

【0039】本発明による磁気ヘッドスライダにおいて、素子が形成されている素子パッドには動圧がほとんど発生しない。このため、このパッドの4隅を十分に丸めても発生する圧力が大きく変化することはない。これは、外部からの大きな衝撃によってこのパッドが磁気ディスクに接触した際の磁気ディスクへの傷防止につながるため、好ましくはパッドの4隅を丸めておいた方がよい。

【0040】また、本発明による磁気ヘッドスライダのABS面全体に対し、カーボン硬質膜を形成しておくことは、磁気ディスクとの摺動による磨耗を低減させるため、有効な方法である。

【0041】

【発明の効果】本発明による磁気ヘッドスライダは、そのABS形状として、少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までに正圧を発生させるためのパッド群を形成し、また、磁気ヘッドスライダの空気流出端のほぼ中央に正圧をほとんど発生させない程度の小さなパッドを配置してその空気流出端面に磁気素子を配置した。そして、パッド群と磁気素子を配置しているパッドとは、磁気ヘッドスライダの長さ方向に対して、少なくとも重なることがないよう、ある距離を隔てるように配置した。前記パッド群はABS面に負圧が生じるような形状とした。さらには、ABS面全体をクラウン形状とした。このため、磁気ヘッドスライダの空気流入端側のパッドを浮上させながら、素子が形成してある素子パッドを磁気ディスクに接触させることができる。このため、ロードビームによる押しつけ力を小さくすることなく、素子パッドでの接触力を小さくすることができ、そのうえ、外部からの振動や衝撃に対し磁気ヘッドスライダが大きく振動することなく、接触力の変動を小さくすることができる。

【0042】また、磁気ディスクが非回転時および低速回転時のときには、素子パッドを磁気ディスクから離しておくことができる。このため、素子が配置されているパッドの大きさとして、発生する動圧が僅かとなるよう面積を小さくしても、CSS時およびディスクの回転速度の低速時には、クラウン形状により磁気ヘッドスライダの長さ方向のおおむね中央部が磁気ディスクに接するため、磁気ディスクへのキズや素子部の磨耗・損傷の心配がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ヘッドスライダを説明する図である。

11

【図2】本発明の磁気ヘッドスライダの一例を示す斜視図である。

【図3】図2の磁気ヘッドスライダの側面図である。

【図4】本発明による磁気ヘッドスライダの構造を説明する図である。

【図5】本発明による磁気ヘッドスライダの磁気ディスクの回転速度と素子パッドとの隙間量および素子パッドにかかる荷重の関係を説明する図である。

【図6】従来の2レールテーパフラット型磁気ヘッドスライダの例を示す斜視図である。

12

【図7】図6に示した、従来型の磁気ヘッドスライダの浮上量特性を説明する図である。

【図8】従来の接触方式の磁気ヘッドスライダの例を示す斜視図である。

【符号の説明】

29、54 素子パッド

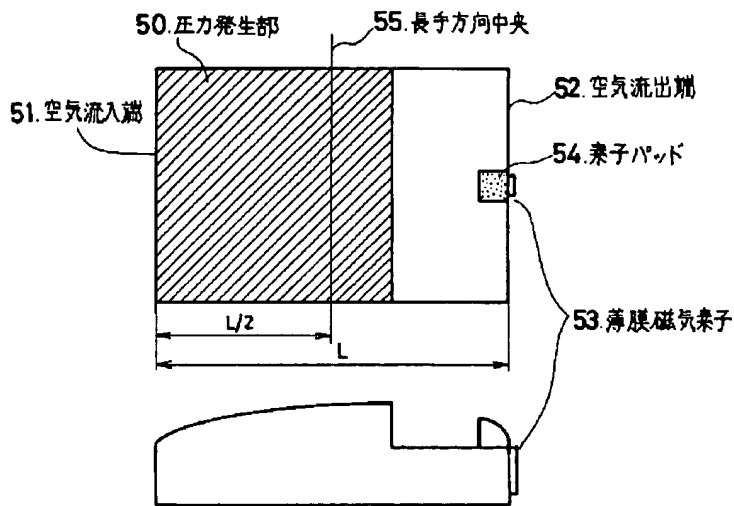
21、23、25、27 パッド

22 リセス部

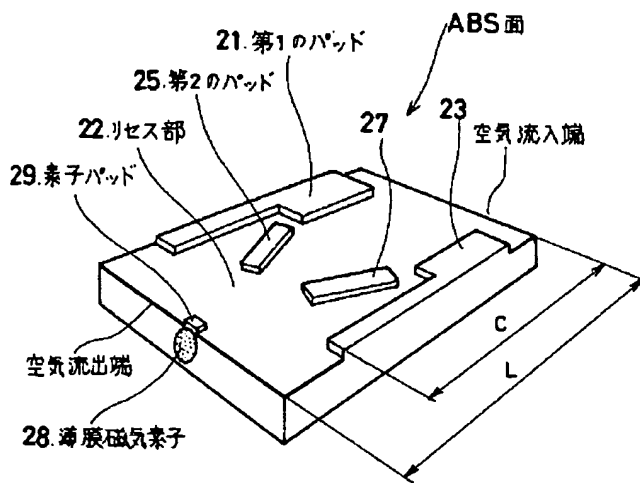
28、53 薄膜磁気素子

10 21 クラウン量

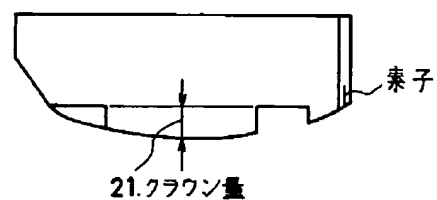
【図1】



【図2】

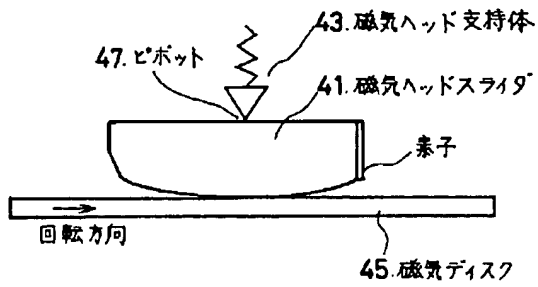


【図3】

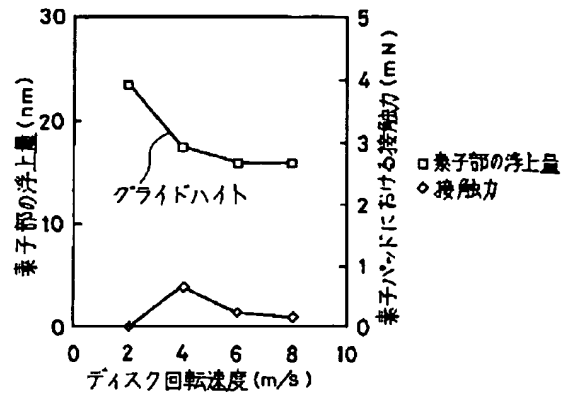




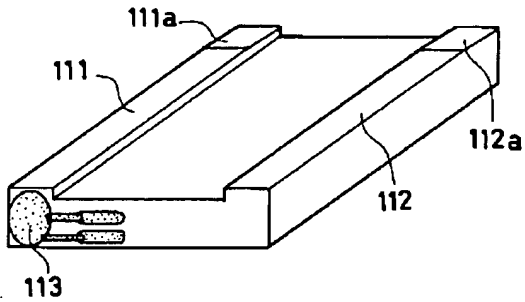
【図4】



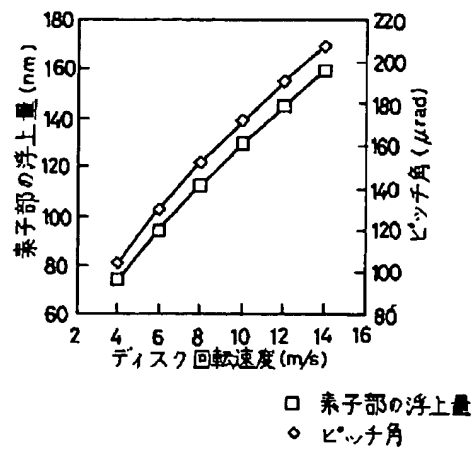
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

